

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Факультет електроніки  
Кафедра звукотехніки та реєстрації інформації

## НАУКОВО-ТЕХНИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ

***Сучасні проблеми застосування електронних  
та інформаційних технологій в телекомунікаціях,  
телебаченні та цифровому кінематографі***

25 травня 2017 р.

КИЇВ

### **Секція С ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ, БЕЗПЕКА МОБІЛЬНИЙ ЗВ'ЯЗОК, СУПУТНІ ПРОБЛЕМИ ЗАСОБІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**

Керівник к.т.н., доцент Пілінський В.В.  
Секретар асистент Д.В. Тітков

### **ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ СПІРАЛЬНОЇ МОДУЛЯЦІЇ**

**Озарко О.Р.**

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

Однією із актуальних проблем сучасного інформаційного суспільства є підвищення швидкості та надійності передачі великих об'ємів інформації в безпроводових мережах зв'язку. Зі стрімким розвитком мобільних пристроїв виникає потреба у розширенні технологічних можливостей систем зв'язку, що не задовольняють сучасним вимогам мультимедійного обслуговування. Необхідним вважається дослідження шляхів підвищення швидкості передавання інформації без розширення смуги частот каналу.

Теоретично верхня межа швидкості передавання даних (пропускна здатність каналу, ємність каналу) визначається теоремою Шеннона-Хартлі за формулою [1]:

$$C = B \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right),$$

де  $B$  – смуга пропускання каналу, Гц;  $S$  – повна потужність сигналу у смузі пропускання, Вт або  $\text{В}^2$ ;  $N$  – повна потужність шуму у смузі пропускання, Вт або  $\text{В}^2$ .

Тим не менш, крім цих параметрів закон Шеннона-Хартлі ґрунтується на певних умовах [2]: по-перше, канал є лінійним (недавні роботи показали, що нелінійні канали, які дозволяють регенеративне перетворення не є обмеженими границею Шеннона [3]), по-друге, сигнал є періодичним (межа ємності каналу для неперіодичних сигналів не розглядалась раніше).

Сучасні методи модуляції попри свої переваги не дозволяють розширити верхню межу Шеннона, так як вони використовують високочастотний синусоїдальний (періодичний) сигнал для передачі інформації на дальні відстані. В основі таких методів модуляції лежать комплексні кола [2]. Кожен повний оберт кола на комплексній площині відповідає переданому символу. Символи можуть відрізнятися один від одного зміною швидкості обертання (частотна модуляція), початковою точкою на колі (фазова модуляція), комплексною амплітудою кола, що залишається постійною на протязі тривалості символу і змінюється між символами (амплітудна модуляція). Так як кола мають постійну комплексну амплітуду, сигнал представляється синусоїдою з постійним значенням амплітуди і тому форма хвилі є періодичною на протязі тривалості символу.

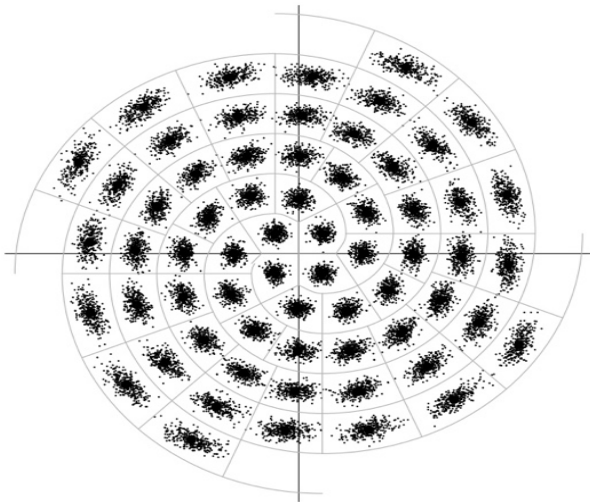


Рисунок 1 – Сигнальне сузір'я спірального 64QAM сигналу

Спіральна модуляція забезпечує неперіодичну характеристику форми хвилі, представляючи її як синусоїду із змінним в часі значенням амплітуди на протязі тривалості символу [2]. Таку синусоїду можна представити як спіраль на комплексній площині. Регулювання висоти та напрямку повороту комплексної спіралі можна використати для досягнення максимальної швидкості передавання сигналу.

На відміну від QAM, яка представляє собою суму двох носійних коливань однієї частоти, але зміщених по фазі відносно один одного на  $90^\circ$ , спіральна модуляція передбачає зміщення на гострий кут і дозволяє «закручувати» точки на сигнальному сузір'ї сигналу, як зображено на рис. 1. Це забезпечує набагато більшу завадостійкість від фазових шумів [4].

Враховуючи особливості спіральної модуляції, що базується на комплексних спіралях та забезпечує неперіодичну характеристику форми хвилі сигналу і високу завадостійкість від фазових шумів, математично доказано [2], що верхня межа Шеннона може бути розширена. Саме тому цей вид модуляції потребує подальшого дослідження та особливої уваги в області телекомунікаційних систем.

#### Перелік посилань:

1. Теорема Шеннона-Хартли [Електронний ресурс]: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Теорема\\_Шеннона\\_–\\_Хартли](https://ru.wikipedia.org/wiki/Теорема_Шеннона_–_Хартли).
2. Jon Montalban, Jon Barrueco, Pablo Angueira, Jerrold D. Prothero. Extending the Shannon Upper Bound Using Spiral Modulation (2015).
3. Sorokina, M. A. &Turitsyn, S. K. Nonlinear limits to the information capacity of optical fibre communications. Nature Communications 5, 3861 (2014).
4. Byung-Jae Kwak, Nah-Oak Song, Bumsoo Park, Dong Seung Kwon. Spiral QAM: A Novel Modulation Scheme Robust in the Presence of Phase Noise.

*Науковий керівник к.т.н., доцент Макаренко В.В.*